

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



534107

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. Mai 2004 (21.05.2004)

PCT

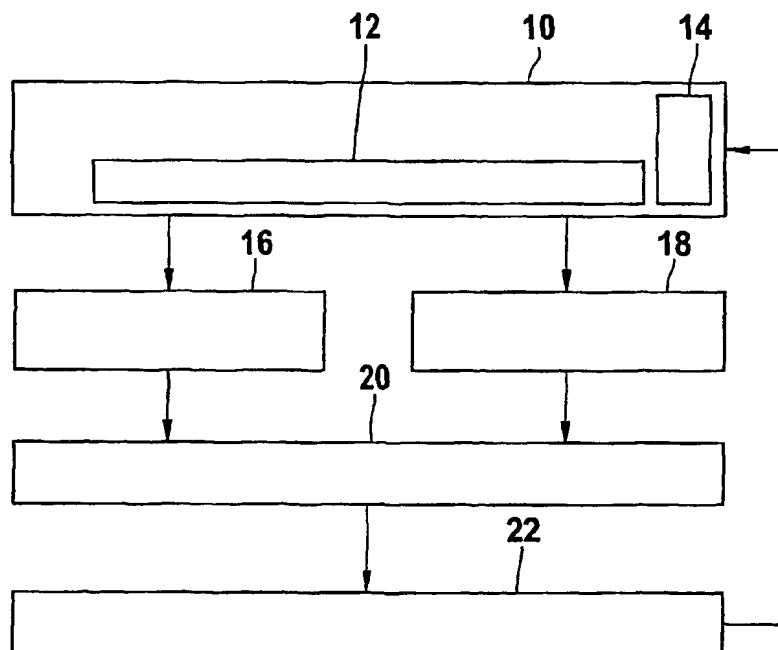
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/041611 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B60T 8/00**,  
G06T 7/20, G01C 21/20, 21/28, G01P 3/68, H04N 13/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003690
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
6. November 2003 (06.11.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 51 949.8 8. November 2002 (08.11.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MATTES, Bernhard**  
[DE/DE]; Querstrasse 41, 74343 Sachsenheim (DE).  
**HERRMANN, Thomas** [DE/DE]; Zeppelinstr. 13, 74613  
Oehringen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**,  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaat (national): US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Veröffentlicht:  
— mit internationalem Recherchenbericht  
— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VEHICLE DYNAMIC CONTROL WITH IMAGE SENSOR SYSTEM

(54) Bezeichnung: FAHRDYNAMIKREGELUNG MIT BILDSENSORSYSTEM



(57) Abstract: A method for vehicle dynamic control in a motor vehicle (10) is disclosed, whereby at least one sensor (28, 30, 32, 48, 50) records at least one measured value and, depending on the measured value, at least one actuator (38, 42) for vehicle dynamic control is operated. At least one image sensor system (50) generates image information of the vehicle environment, whereby at least two image sensors are provided for recording essentially the same scene for carrying out the vehicle dynamic control.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/041611 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Es wird ein Verfahren zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug (10) vorgeschlagen, wobei wenigstens ein Sensor (28, 30, 32, 48, 50) wenigstens einen Messwert erfasst, wobei in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Messwert wenigstens ein Aktor (38, 42) zur Fahrdynamikregelung angesteuert wird, wobei zur Fahrdynamikregelung wenigstens ein Bildsensordsystem (50) Bildinformationen von der Kraftfahrzeugumgebung erzeugt, wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen.

5

10 Fahrdynamikregelung mit Bildsensorsystem

## Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Bildsensorsystem, bestehend aus wenigstens zwei Bildsensoren, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen.

20 Vorrichtungen und Verfahren zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug sind bekannt. Beispielsweise ist in Zanten, Erhardt, Pfaff: „VDC, The Vehicle Dynamics Control System of Bosch“, Konferenz-Einzelbericht, Vortrag: International Congress and Exposition, 27.2. - 2.3.1995, Detroit, Michigan, SAE-Paper 950759, 1995 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug beschrieben. Die Fahrdynamikregelung ist ein System, um das Kraftfahrzeug stabil und in der Spur zu halten. Dies wird durch gezieltes Bremsen einzelner Räder des Kraftfahrzeuges erreicht. Dazu wird 25 mittels Sensoren der Fahrerwunsch, also das Sollverhalten des Kraftfahrzeuges, und das Fahrzeugverhalten, also das Istverhalten des Kraftfahrzeuges, ermittelt. In einer Verarbeitungseinheit/Steuereinheit wird der Unterschied zwischen dem Sollverhalten und dem Istverhalten als Regelabweichung ermittelt und die einzelnen Aktoren, beispielsweise die Radbremsen, mit dem Ziel der Minimierung der Regelabweichung gesteuert. Als Sensoren 30 werden insbesondere Giergeschwindigkeitssensoren, Querschleunigungssensoren, Lenkradwinkelsensoren, Vordrucksensoren und Drehzahlsensoren verwendet. Hinweise auf die Verwendung wenigstens eines Bildsensorsystems bestehend aus wenigstens zwei Bildsensoren, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, fehlen hier.

35 Vorteile der Erfindung

Das nachfolgend beschriebene Verfahren und die Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Bildsensordsystem, wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, haben den Vorteil, dass Bildsensordsysteme in Kraftfahrzeugen für den Einsatz in weitere Funktionen vorgesehen sind. Besonders vorteilhaft sind Stereokameras. Bildsensordsysteme und Stereokameras können beispielsweise als Bestandteil einer automatischen Geschwindigkeitsregelung und/oder Abstandsregelung, beispielsweise im System des Adaptive Cruise Control (ACC), in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten von Außen-Videokamera-Systemen werden z.B. sein: Precrashsensensierung, Fußgängererkennung, Überrollererkennung. Die Verwendung desselben Bildsensordsystems für mehrere Funktionen führt zu einer Reduzierung der Kosten für solche Systeme, weil die Kosten pro Funktion gesenkt werden. Besonders vorteilhaft ist der Anschluss des Bildsensordsystems und/oder der Stereokamera an eine Sensorplattform, bei der verschiedene Sensoren an einem Datenbus angeschlossen sind und von verschiedenen Steuergeräten synergetisch genutzt werden. Dies führt zu einer weiteren Senkung der Kosten pro Funktion. Damit wird eine weite Verbreitung der beschriebenen Funktionen in Kraftfahrzeugen ermöglicht. Speziell eine weite Verbreitung der Fahrdynamikregelung in Kraftfahrzeugen, die sich im Verkehrsraum befinden, führt insgesamt zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Vorteilhaft ist die Bestimmung wenigstens eines Messwertes aus den erzeugten Bildinformationen, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird. Durch die Bestimmung des wenigstens einen Messwertes, wird eine einfache Anbindung des Bildsensordsystems an die Fahrdynamikregelung ermöglicht, da ein definierter Messwert für die Fahrdynamikregelung zur Verfügung steht. Dies ermöglicht eine einfache Adaptation eines Bildsensordsystems an die Fahrdynamikregelung, da die spezifischen Eigenschaften des Bildsensordsystems, wie räumliche Auflösung und/oder Grauwertauplösung und/oder Farbauplösung und/oder Abtastfrequenz, nicht in die Fahrdynamikregelung eingehen.

In vorteilhafter Weise führt die Bestimmung wenigstens eines ortsfesten Bildpunktes und die anschließende Ermittlung der Bildkoordinaten des Bildpunktes in wenigstens zwei Bildern einer Bildsequenz zu einer schnellen und fehlertoleranten Bestimmung wenigstens eines Messwertes zur Fahrdynamikregelung aus den erzeugten Bildinformationen des Bildsensordsystems.

Vorteilhaft ist die Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors des Kraftfahrzeuges und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors des Kraftfahrzeuges aus den erzeugten Bildinformationen. Neben der Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels und/oder der Querschleunigung ist die alternative oder zusätzliche Bestimmung von weiteren

5 Bewegungsvektoren in den drei Hauptachsen des Kraftfahrzeuges und/oder von weiteren Rotationsvektoren um dieselben besonders vorteilhaft. Die Bestimmung der Wankbeschleunigung und/oder der Wankgeschwindigkeit und/oder des Wankwinkels ermöglicht in vorteilhafter Weise die Erkennung und Vermeidung eines seitlichen Überrollens des Kraftfahrzeuges. Durch geeignete Steuerung von Aktoren, beispielsweise von einzelnen

10 Radbremsen im Rahmen der Fahrdynamikregelung, kann damit ein seitlicher Überschlag des Kraftfahrzeuges verhindert werden. Bei Kraftfahrzeugen mit hohem Schwerpunkt, beispielsweise Kleintransportern, führt diese Funktion in vorteilhafter Weise zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit. Durch die Bestimmung der Nickbeschleunigung und/oder der Nickgeschwindigkeit und/oder des Nickwinkels werden Gefahren erkannt, die aus einer zu

15 starken Nickbewegung des Kraftfahrzeugs entstehen. Im Rahmen der Fahrdynamikregelung wird beispielsweise ein Kippen des Kraftfahrzeuges über die Hinterachse durch geeignete Steuerung von Aktoren, beispielsweise von einzelnen Radbremsen, verhindert. Bei Fahrzeugen mit kurzen Radständen, beispielsweise zweisitzigen Kraftfahrzeuge für den Stadtverkehr, führt diese Funktion zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit. Vorteilhaft ist die Bestimmung von

20 allen drei Bewegungsvektoren in den drei Hauptachsen des Kraftfahrzeuges und von den zugehörigen Rotationsvektoren um dieselben. Dies ermöglicht die dreidimensionale Erkennung der Fahrzeugbewegung. Während herkömmliche Fahrdynamikregelungen die Giergeschwindigkeit und die Querschleunigung zur Modellierung der Fahrzeugbewegung verwenden, ermöglicht das nachfolgend beschriebene Verfahren, die Vorrichtung und die

25 Verarbeitungseinheit/Steuereinheit die dreidimensionale Modellierung der Fahrzeugbewegung. Diese zusätzlichen Informationen führen zu einer vorteilhaften Verbesserung der Fahrdynamikregelung, da die dreidimensionale Fahrzeugbewegung zuverlässig und vollständig erfasst wird.

30 Die Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels und/oder der Querschleunigung des Kraftfahrzeuges aus den erzeugten Bildinformationen ermöglicht die Verwendung des Bildsensorsystems als Giergeschwindigkeitssensor und/oder als Querschleunigungssensor zur Fahrdynamikregelung. Dies führt in vorteilhafter Weise zu einer Kostenverminderung, weil das Bildsensorsystem alternativ oder gleichzeitig die Funktion

35 des Giergeschwindigkeitssensors oder des Querschleunigungssensors übernimmt. Durch die

vielfältige Verwendung des Bildsensorsystems für mehrere Funktionen werden die Kosten pro Funktion in vorteilhafter Weise gesenkt. Das Bildsensordsystem ermöglicht eine zuverlässige und schnelle Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels und/oder der Querbeschleunigung des Kraftfahrzeuges.

5

Vorteilhaft ist die Bestimmung der dreidimensionalen Rotationsbewegung und/oder der dreidimensionalen Translationsbewegung des Kraftfahrzeuges in Abhängigkeit von Bildinformationen von wenigstens einem Bildsensordsystem, insbesondere einer Stereokamera, da hierdurch die Dynamik des Kraftfahrzeuges bodenkontaktunabhängig bestimmbar ist. Ferner ist vorteilhaft, dass neben wenigstens eines Bildsensordsystems in und/oder entgegen der Fahrtrichtung, wenigstens ein zweites Bildsensordsystem quer zur Fahrtrichtung angeordnet ist, da dies zu einer verbesserten dreidimensionalen Bestimmung der Bewegung des Kraftfahrzeuges beiträgt.

10

15

Besonders vorteilhaft ist, dass beim Verfahren zur Fahrdynamikregelung und/oder beim Verfahren zur Bestimmung der Bewegung eines Kraftfahrzeuges in Abhängigkeit der erzeugten Bildinformationen wenigstens ein ortsfester Bildpunkt bestimmt wird. Die Bestimmung eines Messwertes zur Fahrdynamikregelung und/oder die Bestimmung der dreidimensionalen Rotationsbewegung und/oder der dreidimensionalen Translationsbewegung in Abhängigkeit des bestimmten wenigstens einen ortsfesten Bildpunktes führt zu einer weiteren Verbesserung der vorgeschlagenen Verfahren und der entsprechenden Vorrichtungen.

20

25

In vorteilhafter Weise ermöglicht die Verwendung von mehr als einem Bildsensordsystem mit wenigstens zwei Bildsensoren, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, die Ermittlung der Differenzen der beiden Ortsvektoren zum selben Bildpunkt und aus deren Änderung die Berechnung der räumlichen translatorischen und rotatorischen Bewegungsvektoren des Fahrzeugs.

Dabei werden die Messwerte durch wenigstens zwei Bildsensordsysteme unabhängig voneinander bestimmt.

30

Besonders vorteilhaft ist ein Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte des nachfolgend beschriebenen Verfahrens durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird. Die Verwendung eines Computerprogramms ermöglicht die schnelle und kostengünstige Anpassung des Verfahrens, beispielsweise durch Anpassung von Parametern an den jeweiligen Fahrzeugtyp und/oder Komponenten der Fahrdynamikregelung.

35

Daneben wird die Wartung in vorteilhafter Weise verbessert, da die einzelnen Verfahrensschritte nicht in Hardware, sondern in Software realisiert sind.

Vorteilhaft ist eine Sensoreinheit mit wenigstens einem Bildsensordsystem, wobei Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors und/oder wenigstens eines Translations-  
Bewegungsvektors vorgesehen sind. Neben der Verwendung der Sensoreinheit in  
Fahrdynamikregelungen kann die Sensoreinheit in vorteilhafter Weise außerhalb der  
Kraftfahrzeugtechnik eingesetzt werden. Der Einsatzbereich der Sensoreinheit erstreckt sich  
dabei auf Anwendungsbereiche, wo wenigstens ein Rotationsvektor und/oder wenigstens ein  
Bewegungsvektor eines bewegten und/oder beschleunigten Objektes benötigt wird. Durch  
Anbringen der Sensoreinheit an dem Objekt werden die benötigten Vektoren aus den  
Bildinformationen der Umgebung gewonnen. Damit ist diese Sensoreinheit bei entsprechendem  
Einbau in ein Kraftfahrzeug in vorteilhafter Weise zur Bestimmung der Giergeschwindigkeit  
und/oder des Gierwinkels und/oder der Querschleunigung des Kraftfahrzeuges geeignet.  
Diese Sensoreinheit kann damit als Sensor des nachfolgend beschriebenen Verfahrens und der  
nachfolgend beschriebenen Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung eingesetzt werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren und aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 ein Blockdiagramm der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Figur 2 eine Übersichtszeichnung der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Figur 3 eine Zeichnung der Anordnung der Komponenten der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Figur 4 ein Kraftfahrzeug mit einer Stereokamera im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Figur 5 ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Figur 6 eine Sensoreinheit,

Figur 7 ein Kraftfahrzeug eines weiteren Ausführungsbeispiels in Aufsicht,

5 Figur 8 ein Kraftfahrzeug eines weiteren Ausführungsbeispiels in Seitenansicht.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug 10 im bevorzugten Ausführungsbeispiel, bestehend aus Sensoren 12, Aktoren (Stellglieder) 14, dem Fahrerwunsch (Sollverhalten) 16, dem Fahrzeugverhalten (Istverhalten) 18, der Regelabweichung 20 und dem Fahrdynamikregler 22. Die Fahrdynamikregelung hat das Ziel, das Kraftfahrzeug 10 stabil und in der Spur zu halten. Durch Sensoren 12, die sich im Kraftfahrzeug 10 befinden, wird der Fahrerwunsch 16 ermittelt. Parallel wird durch  
10 Sensoren 12 das Fahrzeugverhalten 18 ermittelt. Aus dem Fahrerwunsch 16 und dem Fahrzeugverhalten 18 wird die Regelabweichung 20 berechnet. Die Regelabweichung 20 dient als Eingangsgröße für den Fahrdynamikregler 22. Der Fahrdynamikregler 22 steuert die Aktoren (Stellglieder) 14 mit dem Ziel, die Regelabweichung 20 zu minimieren. Als Aktoren 14 werden insbesondere die Radbremsen und/oder der Motor des  
15 Kraftfahrzeuges 10 verwendet. Durch eine situationsabhängige Einstellung der Brems- und Antriebskräfte an den Rädern des Kraftfahrzeuges 10 ist das Kraftfahrzeug 10 individuell lenkbar und das gewünschte Fahrverhalten wird auch in kritischen Fahrsituationen erreicht. Die Fahrdynamikregelung vermindert damit die Gefahr einer Kollision, die Gefahr eines Überschlags und/oder die Gefahr, dass das Kraftfahrzeug 10  
20 von der Fahrbahn abkommt.

Figur 2 zeigt eine Übersichtszeichnung der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel, bestehend aus Sensoren 12, einer Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 und Aktoren 14. Als Sensoren 12 werden eine  
25 Stereokamera 50, ein Lenkradwinkelsensor 28, ein Vordrucksensor 30 und Drehzahlsensoren 32 verwendet. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Stereokamera 50 zur Bestimmung der Giergeschwindigkeit, des Gierwinkels und der Querbeschleunigung verwendet. Unter der Giergeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges versteht man die Rotationsgeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges durch eine  
30 Drehbewegung des Kraftfahrzeuges um seine Hochachse, während die Querbeschleunigung eines Kraftfahrzeuges die Beschleunigung senkrecht zur



Fahrtrichtung und parallel zur Fahrbahn beschreibt. Der Gierwinkel ist der Drehwinkel des Kraftfahrzeuges um seine Hochachse bezüglich einer zeitlich zurückliegenden Position des Kraftfahrzeuges. Der Gierwinkel wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel aus der Giergeschwindigkeit als akkumulierter Gierwinkel bestimmt. Der

5 Lenkradwinkelsensor 28 erfasst den Lenkradwinkel des Kraftfahrzeuges. Der Vordrucksensor 30 ist im Bremssystem angeordnet und dient zur Erkennung der Betätigung der Bremse durch den Fahrer. Vier Drehzahlsensoren 32 sind jeweils mit einem Rad des Kraftfahrzeuges verbunden und werden zur Bestimmung der

10 Drehgeschwindigkeit der Räder des Kraftfahrzeuges verwendet. Die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 verarbeitet die Informationen der Sensoren 12. Sie weist eine interne Reglerhierarchie auf. Dabei unterscheidet man zwischen dem überlagerten Fahrdynamikregler 22 und den unterlagerten Reglern 36. Als unterlagerte Regler 36 unterscheidet man im bevorzugten Ausführungsbeispiel zwischen dem

15 Bremsschlupfregler, dem Antriebsschlupfregler und dem Motorschleppmomentregler. Zur Bestimmung des Fahrerwunsches werden Signale der Lenkradwinkelsensoren 28 und der Vordrucksensoren 30 ausgewertet. Zusätzlich gehen in die Berechnung des Fahrerwunsches die Haftreibwerte und die Fahrzeuggeschwindigkeit ein. Diese zusätzlich

20 berechneten Parameter werden aus den Signalen der Drehzahlsensoren 32, der Stereokamera 50 und der Vordrucksensoren 30 geschätzt. Das Fahrzeugverhalten wird aus den Signalen der Stereokamera 50 und einem in der

25 Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 aus den Sensorsignalen geschätzten Schwimmwinkel des Kraftfahrzeuges ermittelt. Der Fahrdynamikregler 22 regelt die beiden Zustandsgrößen Giergeschwindigkeit und Schwimmwinkel des Kraftfahrzeuges. Als Aktoren 14 werden die Radbremsen 40 verwendet, die über das Hydroaggregat 38

30 angesteuert werden. Als weitere Aktoren 14 werden über das Steuergerät des Motormanagements 42 der Zündwinkel 44, die Kraftstoffeinspritzung 46 und die Drosselklappe 48 geregelt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird eine Stereokamera 50 verwendet, die aus zwei Bildsensoren besteht, die die selbe Szene abbilden, allerdings unter einem etwas unterschiedlichen Sichtwinkel. Als Bildsensoren werden CCD-

35 Bildsensoren und/oder CMOS-Bildsensoren eingesetzt. Die Stereokamera 50 übermittelt Bildinformationen der Fahrzeugumgebung an die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34. Die Bildinformationen der Stereokamera 50 werden elektrisch und/oder optisch an die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 über eine Signalleitung übertragen. Alternativ oder

zusätzlich ist eine Übertragung der Bildinformationen per Funk möglich. Die Stereokamera 50 hat im bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Reichweite von ca. 4

40 Meter bis 40 Meter, einen vertikalen Öffnungswinkel von etwa 17 Grad und eine

Abtastrate von 10 Millisekunden. Die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 besteht aus mehreren in Figur 5 dargestellten Modulen, die im bevorzugten Ausführungsbeispiel als Programme wenigstens eines Mikroprozessors ausgestaltet sind. Durch die beschriebene Vorrichtung und das nachfolgend beschriebene Verfahren wird im bevorzugten

5 Ausführungsbeispiel die Realisierung einer Fahrzeugstabilisierungszustandssensierung für die Verwendung zur Fahrdynamikregelung mit einer Stereokamera 50 ermöglicht.

Figur 3 zeigt eine Zeichnung der Anordnung der Komponenten der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug 10 im bevorzugten Ausführungsbeispiel. Die Sensoren 28, 30, 32, 48, 50, die Aktoren 38, 42 und die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 sind im

10 bevorzugten Ausführungsbeispiel über einen CAN-Bus 54 verbunden. Bei dem CAN-Bus 54 handelt es sich um einen Kommunikationsdatenbus. Als Sensoren werden der Lenkradwinkelsensor 28, der Vordrucksensor 30, die vier Drehzahlsensoren 32 und die Stereokamera 50 verwendet. Als Aktoren sind das Steuergerät des Motormanagements 42 mit der Drosselklappe 48 und das Hydroaggregat 38 eingezeichnet. Das Hydroaggregat

15 38 ist über Hydraulikleitungen 56 mit vier Radbremsen 40, und dem Bremskraftverstärker mit Hauptzylinder 52 verbunden.

Figur 4 zeigt ein Kraftfahrzeug 10 mit einer Stereokamera 50 im bevorzugten

20 Ausführungsbeispiel in einem ersten Betrachtungszeitpunkt 90 und einem zweiten Betrachtungszeitpunkt 92. Die Stereokamera 50 ist im Kraftfahrzeug 10 im Bereich des inneren Rückspiegels hinter der Windschutzscheibe angebracht. Die Blickrichtung der Stereokamera 50 ist in Fahrtrichtung 58 des Kraftfahrzeuges 10. Die Stereokamera 50 ermittelt dabei Bildinformationen der Kraftfahrzeugumgebung. In der

25 Kraftfahrzeugumgebung ist ein erster ortsfester Bildpunkt 60 und ein zweiter ortsfester Bildpunkt 62 eingezeichnet. Ortsfeste Bildpunkte sind beispielsweise Fahrbahnmarkierungen und/oder Verkehrszeichen und/oder Pfähle und/oder Bäume und/oder Randpfosten und/oder Häuser. In beiden Betrachtungszeitpunkten 90, 92 sind die Vektoren  $V$  jeweils von der Bildsensorobjektivmitte der beiden Bildsensoren der

30 Stereokamera 50 zu den beiden ortsfesten Bildpunkten 60, 62 eingezeichnet. Der erste Index des Vektors  $V$  bezeichnet dabei die Bildsensoren, während der zweite Index die Bildpunkte 60, 62 angibt. Der dritte Index gibt den Zeitpunkt des Vektors an. Damit bezeichnet beispielsweise  $V_{212}$  den Vektor  $V$  vom zweiten Bildsensor zum ersten ortsfesten Bildpunkt 60 zum zweiten Betrachtungszeitpunkt 92. Eingezeichnet sind die

35 Vektoren  $V_{111}$ ,  $V_{121}$ ,  $V_{112}$ ,  $V_{122}$ ,  $V_{211}$ ,  $V_{221}$ ,  $V_{212}$  und  $V_{222}$ . Die X-Komponenten der Vektoren ändern sich bei einer Gierbewegung 94 des Kraftfahrzeuges 10 von einem

ersten Betrachtungszeitpunkt 90 zu einem zweiten Betrachtungszeitpunkt 92. Hierbei geht man von zwei fahrzeugfesten karthesischen Koordinatensystemen aus. Die Nullpunkte der Koordinatensysteme liegen im bevorzugten Ausführungsbeispiel jeweils in Bildsensorobjektivmitte. Die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit berechnet für die

5 Fahrstabilitätserkennung synchron aus den Bildinformationen der beiden Bildsensoren der Stereokamera 50 die Vektoren zu einer Vielzahl von Bildpunkten 60, 62 und/oder einem Cluster von Pixeln. Dabei wird die vektorielle Veränderung zwischen den Einzelbildern betrachtet. Als Cluster von Pixeln werden beispielsweise hundert Pixel verwendet. Die Verwendung einer größeren und/oder kleineren Anzahl ist alternativ

10 möglich. Ändern sich die X-Komponenten der Vektoren der beiden Bildsensoren 60, 62 der Stereokamera 50 von einem Abtastvorgang zum nächsten, also von einem ersten Betrachtungszeitpunkt 90 zu einem zweiten Betrachtungszeitpunkt 92, für gleiche Abscanpunkte zu stark, liegt ein instabiler Fahrzustand vor. Die

Verarbeitungseinheit/Steuereinheit leitet die Rotationsinformation um die Z-Achse

15 und/oder die Querschleunigung des Kraftfahrzeuges aus den Einzelbildervektoren ab und berechnet daraus die Giergeschwindigkeit und/oder den akkumulierten Gierwinkel und/oder die Querschleunigung.

Figur 5 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fahrdynamikregelung in einem

20 Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel. Aus den Bildinformationen 68 der Stereokamera wird die Giergeschwindigkeit 80 und/oder der Gierwinkel 82 und/oder die Querschleunigung 84 bestimmt. Die Bildinformationen 68 werden dem Modul 70 zur Vorverarbeitung zugeleitet. Das Modul 70 wird insbesondere zur Verbesserung der Bildqualität und/oder zur Beseitigung von Störungen verwendet. In Modul 72 werden

25 ortsfeste Bildpunkte bestimmt. Ortsfeste Bildpunkte sind beispielsweise Fahrbahnmarkierungen und/oder Verkehrszeichen und/oder Pfähle und/oder Bäume und/oder Randpfosten und/oder Häuser und/oder größere ( $\geq$  ca. 10 cm Durchmesser) Steine. Dies ist möglich mit Kameras mit 640x480 Pixeln entsprechend dem VGA-Standard (VGA = Video Graphics Array).

30 Eine Unterscheidung zu beweglichen Bildpunkten ist dadurch möglich, dass die Komponente der Abstandsänderung in Fahrzeuginnenrichtung zu diesen beweglichen Bildpunkten sich in erster Näherung mit anderer Geschwindigkeit als die Eigengeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges ändert. Damit ist eine Unterscheidung zwischen beweglichen und ortsfesten Bildpunkten möglich. Bei Bewegungen von

35 Bildpunkten senkrecht zur Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges, beispielsweise ein kreuzendes anderes Kraftfahrzeug, werden weitere Kriterien benötigt. Bei einem

kreuzenden Kraftfahrzeug werden beispielsweise die Raddrehungen des kreuzenden Kraftfahrzeugs als Nicht-Berücksichtigungs-Kriterium verwendet und dadurch bewegliche Bildpunkte sicher erkannt. Als alternatives oder zusätzliches Kriterium ist ein ortsfester Bildpunkt jeder Bildpunkt, bei dem sich zwischen zwei Messzyklen die Bildkoordinaten des Bildpunktes nur so ändern, wie aufgrund der Fahrgeschwindigkeit und dem Kurvenradius des Kraftfahrzeuges abgeschätzt wird. Dabei können Messdaten weiterer Sensoren verwendet werden, wie Lenkwinkelsensoren oder Drehzahlsensoren. Die Bestimmung von ortsfesten Bildpunkten im Modul 72 basiert auf bekannten Methoden der Bildverarbeitung, insbesondere Bildsegmentierung, Merkmalsermittlung und Objekterkennung. Bei der Stereokamera lassen sich insbesondere durch das Verfahren der Triangulation die Bildkoordinaten bestimmen. Das Modul 74 dient zur Ermittlung von Bildkoordinaten der bestimmten ortsfesten Bildpunkte. Bei einem einzelnen Bildpunkt werden die Bildkoordinaten direkt bestimmt, während bei einem Cluster von Pixeln ein Schwerpunkt des Clusters ermittelt wird und daraus die Bildkoordinaten bestimmt werden. Ein ortsfester Bildpunkt ist demnach entweder durch einen einzelnen Punkt (Pixel) oder ein Cluster von Pixeln festgelegt. Die Bildkoordinaten der bestimmten ortsfesten Bildpunkte werden entweder im Modul 76 gespeichert und/oder zum Modul 78 zur Bestimmung der Ausgangswerte weitergeleitet. Durch Vergleich der gespeicherten Bildkoordinaten in Modul 76 der vorhergehenden Bilder und mit den Bildkoordinaten des aktuellen Bildes werden in Modul 78 die Bildvektöränderungen und daraus die Ausgangswerte die Giergeschwindigkeit 80 und/oder der Gierwinkel 82 und/oder die Querschleunigung 84 bestimmt.

Figur 6 zeigt eine Sensoreinheit 64, bestehend aus einem Bildsensorsystem 50 und einem Verarbeitungsmittel 66. Das Bildsensorsystem besteht aus zwei Bildsensoren, die im wesentlichen die selbe Szene aufnehmen. Alternativ ist die Verwendung einer Stereokamera möglich. Als Bildsensoren sind beispielsweise CCD-Bildsensoren und/oder CMOS-Bildsensoren einsetzbar. Über die Signalleitung 67 werden die Bildinformationen vom Bildsensorsystem 50 an das Verarbeitungsmittel 66 übertragen. Die Übertragung erfolgt dabei elektrisch und/oder optisch. Alternativ oder zusätzlich ist eine Übertragung per Funk möglich. In diesem Ausführungsbeispiel werden entsprechend dem beschriebenen Verfahren in Figur 5 die Gierbewegung 86 und/oder die Querbewegung 88 ermittelt und als Ausgangswerte Giergeschwindigkeit 80 und/oder Gierwinkel 82 und/oder Querschleunigung 84 der Sensoreinheit 64 zur Verfügung gestellt. Das Verarbeitungsmittel 66 besteht aus mehreren in Figur 5 dargestellten Modulen, die in diesem Ausführungsbeispiel als Programme wenigstens eines Mikroprozessors

ausgestaltet sind. In diesem Ausführungsbeispiel bildet das Bildsensorysystem 50 und das Verarbeitungsmittel 66 eine Einheit. Alternativ ist eine Trennung der Komponenten Bildsensorysystem 50 und Verarbeitungsmittel 66 möglich. In einer weiteren Ausführung der Sensoreinheit 64 sind weitere Mittel zur Bestimmung wenigstens eines weiteren Rotationsvektors und/oder wenigstens eines weiteren Bewegungsvektors vorgesehen. Durch die Verwendung weiterer Bildsensorysysteme wird in einer weiteren Variante eine Redundanz- und/oder eine Plausibilitätsfunktion ermöglicht. Das Einsatzgebiet der beschriebenen Sensoreinheit 64 ist nicht auf die Kraftfahrzeugtechnik beschränkt. Vielmehr ermöglicht die Sensoreinheit 64 die Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors und/oder die Bestimmung wenigstens eines Bewegungsvektors allgemein bezüglich der Sensoreinheit.

Figur 7 zeigt ein Kraftfahrzeug 10 eines weiteren Ausführungsbeispiels in Aufsicht, bestehend aus einer ersten Stereokamera 50a, einer zweiten Stereokamera 50b, einer dritten Stereokamera 50c und einer vierten Stereokamera 50d. Die erste Stereokamera 50a ist im Kraftfahrzeug 10 im Bereich des inneren Rückspiegels hinter der Windschutzscheibe angebracht. Die Blickrichtung 51a der ersten Stereokamera 50a ist in Fahrtrichtung 58 des Kraftfahrzeuges 10. Die dritte Stereokamera 50c ist im Bereich des Nummernschildes an der Heckklappe des Kraftfahrzeuges 10 angebracht. Die Blickrichtung 51c der dritten Stereokamera 50c ist entgegen der Fahrtrichtung 58 des Kraftfahrzeuges 10. Die zweite und vierte Stereokamera 50b, 50d sind im Bereich der B-Säule des Kraftfahrzeuges 10 derart angeordnet, dass deren Blickrichtungen 51b, 51d quer zur Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges links bzw. rechts ist. Ferner zeigt die Figur 7 das fahrzeugfeste kartesische Koordinatensystem mit den Achsen x, y, z, deren Nullpunkte jeweils in den Kameraobjektivmitten liegt. In diesem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Dynamik (Bewegung), also insbesondere die dreidimensionalen Translations- und/oder die dreidimensionalen Rotations-Vektoren, des Kraftfahrzeuges 10, auch bodenkontakt-unabhängig, in Abhängigkeit der Bildinformationen der Stereokameras 50a, 50b, 50c, 50d gemessen. Für die dreidimensionale Erkennung der Fahrzeugbewegung sind mindestens eine in Fahrzeuglängs- und/oder eine in Fahrzeugquer-Richtung schauende Stereokamera erforderlich. In diesem weiteren Ausführungsbeispiel werden jedoch insgesamt vier Stereokameras 50a, 50b, 50c, 50d verwendet, die eine redundante Bestimmung der Bewegung des Kraftfahrzeuges ermöglichen. In diesem Ausführungsbeispiel werden die Stereokameras 50a, 50b, 50c, 50d neben der Bestimmung der Bewegung des Kraftfahrzeuges zur Bereitstellung oder Unterstützung von weiteren Funktionen im

Zusammenhang mit der Möglichkeit der Erzeugung einer kompletten Rundumsicht eingesetzt, wie Precrash-Front-Erkennung und/oder Precrash-Seiten-Erkennung und/oder Precrash-Heckaufprall-Erkennung und/oder Diebstahlerkennung und/oder Vandalismus-Erkennung bei abgestelltem Kraftfahrzeug 10. Die

5 Fahrzeuglängsgeschwindigkeitskomponente des Kraftfahrzeuges 10 wird in diesem Ausführungsbeispiel über den CAN-Bus oder über einen schnellen Sensorbus bereitgestellt. Ferner wird als Messwert die Quergeschwindigkeitskomponente verwendet, die durch das Integral eines Low-g-Querbeschleunigungssensors, wie er zur Fahrdynamikregelung eingesetzt wird, gebildet. Wie bereits im ersten

10 Ausführungsbeispiel vorstehend beschrieben werden damit ortsfeste Bildpunkte erkannt und vor und seitlich des Kraftfahrzeuges 10 von bewegten Bildpunkten unterschieden, da letztere ihren Abstand zur Kamera mit einer Geschwindigkeit ändern, die nicht der verfügbaren Fahrzeuglängsgeschwindigkeitskomponente, bzw. seitlich nicht der Fahrzeugquergeschwindigkeitsquerkomponente entspricht. Für die Bestimmung der

15 dreidimensionalen Fahrzeugbewegung werden in diesem Ausführungsbeispiel ortsfeste Bildpunkte verwendet, vorzugsweise ortsfeste Bildpunkte auf der Fahrbahnoberfläche. Nachfolgend werden die Bestimmung der dreidimensionalen Rotationsbewegung und der dreidimensionalen Translationsbewegung des Kraftfahrzeuges 10 ergänzend zu dem bereits erläuterten Verfahrens nach Figur 4 beschrieben.

20 Bestimmung des Rotations-Vektors und Rotations-Winkels um die z-Achse:

Man geht für die x-Richtung und für die y-Richtung von 2 jeweils fahrzeugfesten kartesischen Koordinatensystemen aus mit Nullpunkten jeweils in den

25 Kameraobjektivmitten. Bei einer Gierbewegung des Kraftfahrzeuges 10 ändern sich die x-Komponenten der Abtastvektoren der ersten Stereokamera 50a von einem Abtastzeitpunkt zum nächsten messbar, betragsmäßig und in ungleicher Richtung bezogen auf die fahrzeugfesten Koordinatensysteme mit x-Richtung in Fahrzeuglängsachse. Die y-Komponenten ändern sich messbar und in gleicher Richtung.

30 Aus der Änderungsrate der x- und y-Komponenten wird die Gierrate bestimmt und/oder aus der aufintegrierten Gierrate der Gierwinkel. Ferner wird auch mit der zweiten Stereokamera 50b die Gierrate des Kraftfahrzeuges 10 gemessen. Hier ist sie proportional zur Änderung der y-Komponenten der Abtastvektoren von einem Abtastzeitpunkt zum nächsten messbar und gleich. Die x-Komponenten ändern sich messbar und ungleich.

35 Analoges gilt für die dritte und vierte Stereokamera 50c, 50d. Bei Messung mit 2

Stereokameras, beispielsweise mit der ersten Stereokamera 50a und der zweiten Stereokamera 50b hat man eine ausreichende Redundanz bezüglich der Messergebnisse.

Bestimmung des Rotations-Vektors und Rotations-Winkels um die x-Achse:

5

Bei einer Roll- bzw. Wank-Bewegung des Kraftfahrzeuges 10 ändern sich die z-Komponenten der Abtastvektoren der ersten Stereokamera 50a von einem Abtastzeitpunkt zum nächsten messbar, ungleich und entgegengesetzt bezogen auf die fahrzeugfesten Koordinatensysteme mit x-Richtung in Fahrzeuginnenachse. Die x-Komponenten ändern sich messbar und gleich. Aus der Änderungsrate der z- und x-Komponenten wird die Rollrate abgeleitet und/oder aus der aufintegrierten Rollrate der Rollwinkel. Für die weiteren Stereokameras 50b, 50c, 50d gilt analog das oben gesagte. Beispielsweise ändern sich für die zweite Stereokamera 50b die z-Komponenten messbar und gleich, die x-Komponenten ändern sich auch messbar und ungleich.

15

Bestimmung des Rotations-Vektors und Rotations-Winkels um die y-Achse:

Bei einer Nickbewegung des Kraftfahrzeuges 10 ändern sich die z-Komponenten der Abtastvektoren der ersten Stereokamera 50a von einem Abtastzeitpunkt zum nächsten messbar, gleich stark und in gleicher Richtung bezogen auf die fahrzeugfesten Koordinatensysteme mit x-Richtung in Fahrzeuginnenachse. Die x-Komponenten ändern sich auch messbar und gleich. Aus der Änderungsrate der z- und x-Komponenten wird die Nickrate abgeleitet, aus der aufintegrierten Nickrate der Nickwinkel. Für die weiteren Stereokameras 50b, 50c, 50d gilt analog das oben gesagte. Beispielsweise ändern sich für die zweite Stereokamera 50b die z-Komponenten messbar, ungleich und entgegengesetzt. Die x-Komponenten ändern sich messbar, ungleich stark und in gleicher Richtung (fahrzeuginnenachsenabhängig).

25

Bestimmung des Geschwindigkeitsvektors in x-Richtung:

30

Hier wird die Änderung einer x-Komponente von der ersten Stereokamera 50a und/oder der zweiten Stereokamera 50b gemessen und die Ergebnisse um die Einflüsse der Roll-, Nick- und Gierraten korrigiert. Entsprechendes gilt für die weiteren Stereokameras 50c, 50d. Mit zunehmender Geschwindigkeit werden diese Einflüsse immer kleiner und werden in einer Näherungsberechnung vernachlässigt. Aus der aufintegrierten x-Geschwindigkeit wird der zurückgelegte Weg in x-Richtung bestimmt.

35

Bestimmung des Geschwindigkeitsvektors in y-Richtung:

Hier wird die Änderung einer y-Komponente von der ersten Stereokamera 50a und/oder der zweiten Stereokamera 50b gemessen und die Ergebnisse um die Einflüsse der Roll-, Nick- und Gierraten korrigiert. Entsprechendes gilt für die weiteren Stereokameras 50c, 50d. Diese Einflüsse können hier relativ groß sein, auf jeden Fall größer als bei der x-Geschwindigkeit. Aus der aufintegrierten y-Geschwindigkeit wird der zurückgelegte Weg in y-Richtung bestimmt.

Bestimmung des Geschwindigkeitsvektors in z-Richtung:

Hier wird die Änderung einer z-Komponente der ersten Stereokamera 50a und/oder der zweiten Stereokamera 50b gemessen und die Ergebnisse um die Einflüsse der Roll-, Nick- und Gierraten korrigiert. Entsprechendes gilt für die weiteren Stereokameras 50c, 50d. Diese Einflüsse können hier relativ groß sein, auf jeden Fall größer als bei der x-Geschwindigkeit. Aus der aufintegrierten z-Geschwindigkeit wird der zurückgelegte Weg in z-Richtung bestimmt.

Figur 8 zeigt das Kraftfahrzeug 10 nach Figur 7 des weiteren Ausführungsbeispiels in Seitenansicht. Neben der ersten Stereokamera 50a mit der Blickrichtung 51a in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges und der dritten Stereokamera 50c mit der Blickrichtung 51c entgegen der Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges ist die vierte Stereokamera 50d mit der Blickrichtung 51d seitlich zum Kraftfahrzeuges 10, also quer zur Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges 10, eingezeichnet.

Wie vorstehend ausgeführt sind die beschriebenen Verfahren und die Vorrichtungen zur Fahrdynamikregelung und/oder zur Bestimmung der Bewegung eines Kraftfahrzeuges nicht auf eine einzelne Stereokamera beschränkt, die in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges ausgerichtet ist. Vielmehr ist die Verwendung wenigstens eines Bildsensorsystems möglich, wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen die selbe Szene aufnehmen. Bei mehr als zwei Bildsensoren wird die Genauigkeit des Verfahrens erhöht. Neben dem Einbau der Stereokamera und/oder des Bildsensorsystems mit wenigstens zwei Bildsensoren in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges sind alternative Einbaumöglichkeiten denkbar. Beispielsweise ist der Einbau entgegen der Fahrtrichtung und/oder zur Seite möglich.

In einer weiteren Variante des beschriebenen Verfahrens, der Vorrichtung und der Sensoreinheit werden neben den CCD-Bildsensoren und/oder den CMOS-Bildsensoren



alternativ oder zusätzlich andere Bildsensoren verwendet, die Bildinformationen erzeugen, beispielsweise Zeilensensoren. Bildinformationen sind dabei Informationen die in elektromagnetischer Strahlung im Ultraviolettstrahlungsbereich, im Infrarotstrahlungsbereich und/oder im sichtbaren Strahlungsbereich des elektromagnetischen Strahlungsspektrums enthalten sind. Als Bildinformationen werden insbesondere die Intensität und/oder die Wellenlänge und/oder die Frequenz und/oder die Polarisation verwendet.

In einer Variante des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung wird aus den erzeugten Bildinformationen wenigstens ein Rotationsvektor und/oder wenigstens ein Bewegungsvektor des Kraftfahrzeuges bestimmt. Ein Rotationsvektor ist ein Drehvektor des Kraftfahrzeuges um eine beliebige Achse, wobei vorzugsweise Rotationsvektoren in eine Hauptachse des Kraftfahrzeuges bestimmt werden. Die Hauptachsen des Kraftfahrzeuges sind die Hochachse, die Querachse und die Längsachse. Ein Bewegungsvektor des Kraftfahrzeuges ist ein Vektor der Bewegung des Schwerpunktes des Kraftfahrzeuges in eine beliebige Richtung. Es werden vorzugsweise Bewegungsvektoren in eine Hauptachse des Kraftfahrzeuges bestimmt. Dabei wird die Gierbeschleunigung und/oder die Nickbeschleunigung und/oder die Wankbeschleunigung und/oder Giergeschwindigkeit und/oder die Nickgeschwindigkeit und/oder die Wankgeschwindigkeit und/oder der Gierwinkel und/oder der Nickwinkel und/oder der Wankwinkel und/oder die Querbewegung und/oder die Längsbewegung und/oder die Vertikalbewegung und/oder die Quergeschwindigkeit und/oder die Längsgeschwindigkeit und/oder die Vertikalgeschwindigkeit und/oder den Querweg und/oder den Längsweg und/oder den Vertikalweg des Kraftfahrzeuges bestimmt. Der Begriff „Nick“ bezeichnet einen Rotationsvektor um die Querachse des Kraftfahrzeuges, also senkrecht zur Hochachse und zur Längsachse. Beispielsweise ist die Nickbeschleunigung die Rotationsbeschleunigung des Kraftfahrzeuges in Richtung der Querachse des Kraftfahrzeuges. Dagegen bezeichnet der Begriff Wank einen Rotationsvektor um die Längsachse des Kraftfahrzeuges. Beispielsweise ist die Wankbeschleunigung die Rotationsbeschleunigung des Kraftfahrzeuges in Richtung der Längsachse des Kraftfahrzeuges. Weiter bezeichnet der Begriff „Vertikal“ einen Bewegungsvektor in Richtung der Hochachse des Kraftfahrzeuges, während die Begriffe „Längs“ und „Quer“ einen Bewegungsvektor in Richtung der Längsachse und der Querachse beschreiben. In einer weiteren vorteilhaften Variante des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung werden alle drei beschriebenen Bewegungsvektoren in den drei Hauptachsen des Kraftfahrzeuges mit den zugehörigen Rotationsvektoren um

dieselben bestimmt. Dabei wird die Fahrzeugbewegung dreidimensional erkannt und modelliert.

5 In einer weiteren Variante des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung werden wenigstens zwei Bildsensordsysteme mit wenigstens zwei Bildsensoren verwendet, die im wesentlichen die selbe Szene aufnehmen, insbesondere wenigstens zwei Stereokameras. Dies ermöglicht eine Redundanzfunktion und/oder eine Plausibilitätsfunktion des vorstehend beschriebenen Verfahrens. Mittels der Redundanzfunktion wird wenigstens ein Rotationsvektor und/oder wenigstens ein Bewegungsvektor unabhängig von beiden  
10 Bildsensordsystemen bestimmt und durch Mittelwertbildung der Messwert ermittelt. Plausibilitätsfunktion ermöglicht die Überprüfung der Messwerte der beiden Bildsensordsysteme, indem die Messwerte verglichen werden.

15 In einer Variante des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung werden als Sensoren neben dem wenigstens einen Bildsensordsystem wenigstens ein Giergeschwindigkeitssensor und/oder wenigstens ein Querschleunigungssensor zur Fahrdynamikregelung verwendet. In dieser vorteilhaften Variante wird das Bildsensordsystem zur Plausibilitätsprüfung eingesetzt. Die Messwerte des Giergeschwindigkeitssensors und/oder des Querschleunigungssensors werden mit dem  
20 von dem Bildsensordsystem bestimmten wenigstens einen Messwert verglichen. Alternativ oder zusätzlich wird das Bildsensordsystem zur redundanten Bestimmung von wenigstens einem Messwert eingesetzt. Dies geschieht durch Mittelwertbildung des wenigstens einen Messwertes des Bildsensordsystems mit wenigstens einem Messwert des Giergeschwindigkeitssensors und/oder wenigstens einem Messwert des  
25 Querschleunigungssensors. Giergeschwindigkeitssensoren sind Sensoren zur Messung der Giergeschwindigkeit eines Kraftfahrzeuges. Querschleunigungssensoren sind Trägheitssensoren zur Bestimmung der Querschleunigung eines Kraftfahrzeuges.

30 Eine weitere Variante der vorstehend beschriebenen Verfahren sieht vor, dass zur Stromverbrauchseinsparung das wenigstens eine Bildsensordsystem bei definierten Betriebssituationen, wie abgestelltes Fahrzeug, in einen Stand-by-Betrieb überführt wird und in Abhängigkeit wenigstens eines Signals eines weiteren Sensors, der die unmittelbare Fahrzeugumgebung überwacht, in Betriebsbereitschaft gesetzt wird, also „aufgeweckt“ wird. Als Sensoren zur Überwachung der Fahrzeugumgebung werden  
35 Beschleunigungssensoren und/oder elektrische Feldsensoren eingesetzt. Mit den elektrischen Feldsensoren können die durch eine oder mehrere in unmittelbarer

- 5      Sensornähe befindlichen Personen verursachten Änderungen der dielektrischen Verlustwiderstände bei einer geeigneten Messfrequenz, z.B. 500 kHz, die sich um > 20 % ändern, da Personen > 60 % Wasser enthalten, erkannt werden. So kann spezifisch die Proximität unerwünschter Lebewesen, d.h. Personen, detektiert werden. Die Identität erwünschter Personen, beispielsweise des Fahrzeugbesitzers, wird wie beim schlüssellosen Zugangssystem (Keyless Entry System) durch die in ihren Zündschlüsseln enthaltenen Transpondern erkannt, die Bildsensordsysteme bleiben dann inaktiv, da eine Überwachung der Fahrzeugumgebung nicht notwendig ist.

5

## 10 Patentansprüche

1. Verfahren zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug,

- wobei wenigstens ein Sensor wenigstens einen Messwert erfasst,

15

- wobei in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Messwert wenigstens ein Aktor zur Fahrdynamikregelung angesteuert wird,

dadurch gekennzeichnet, dass zur Fahrdynamikregelung wenigstens ein Bildsensordsystem

Bildinformationen von der Kraftfahrzeugumgebung erzeugt, wobei wenigstens zwei

Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, insbesondere

20

dass das Bildsensordsystem wenigstens eine Stereokamera ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus den erzeugten

Bildinformationen wenigstens ein Messwert bestimmt wird, wobei der Messwert zur

Fahrdynamikregelung verwendet wird.

25

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- aus den erzeugten Bildinformationen wenigstens ein ortsfester Bildpunkt bestimmt wird,

- die Bildkoordinaten des wenigstens einen ortsfesten Bildpunktes in wenigstens zwei, vorzugsweise aufeinanderfolgenden, Bildern einer Bildsequenz ermittelt werden,

30

- aus den ermittelten Bildkoordinaten der wenigstens eine Messwert bestimmt wird, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

aus den erzeugten Bildinformationen als Messwert wenigstens ein Rotationsvektor des

35

Kraftfahrzeuges und/oder wenigstens ein Bewegungsvektor des Kraftfahrzeuges bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus den erzeugten Bildinformationen als Messwert die Giergeschwindigkeit und/oder der Gierwinkel und/oder die Querbeschleunigung des Kraftfahrzeuges bestimmt wird.

6. Verfahren zur Bestimmung der Bewegung eines Kraftfahrzeuges, dadurch gekennzeichnet, dass die dreidimensionale Rotationsbewegung und/oder die dreidimensionale Translationsbewegung des Kraftfahrzeuges in Abhängigkeit von Bildinformationen von der Kraftfahrzeugumgebung bestimmt wird, wobei die Bildinformationen von wenigstens einem Bildsensordaten erzeugt werden, wobei das Bildsensordaten wenigstens zwei Bildsensoren umfasst, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, insbesondere dass das Bildsensordaten wenigstens eine Stereokamera ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass eine Blickrichtung des wenigstens einen ersten Bildsensordaten in Fahrtrichtung und/oder entgegen der Fahrtrichtung ist, und/oder eine Blickrichtung des wenigstens einen zweiten Bildsensordaten quer zur Fahrtrichtung ist.

8. Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Sensor zur Erfassung wenigstens eines Messwertes und wenigstens einem Aktor, der durch eine Verarbeitungseinheit/Steuereinheit in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Messwert zur Fahrdynamikregelung angesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensor als Bildsensordaten konfiguriert ist, wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, insbesondere dass das Bildsensordaten wenigstens eine Stereokamera ist, wobei das Bildsensordaten Bildinformationen von der Kraftfahrzeugumgebung erzeugt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Messwertes aus den erzeugten Bildinformationen aufweist, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass - die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung von ortsfesten Bildpunkten aus den erzeugten Bildinformationen hat,

- die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Ermittlung der Bildkoordinaten des wenigstens einen ortsfesten Bildpunktes in wenigstens zwei, vorzugsweise aufeinanderfolgenden, Bildern einer Bildsequenz aufweist,
  - in der Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung des Messwertes aus den
- 5 ermittelt Bildkoordinaten vorgesehen sind, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors

10 des Kraftfahrzeuges und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors des Kraftfahrzeuges aus den erzeugten Bildinformationen aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder

15 des Gierwinkels und/oder der Querschleunigung des Kraftfahrzeuges aus den erzeugten Bildinformationen aufweist.

13. Verarbeitungseinheit/Steuereinheit zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug,

- mit Mitteln zur Verarbeitung von wenigstens einem Messwert, der von wenigstens einem

20 Sensor erfasst wird, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird,

- mit Mitteln zur Steuerung wenigstens eines Aktors zur Fahrdynamikregelung,

dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Verarbeitung von Bildinformationen wenigstens eines Bildsensorsystems vorgesehen sind, insbesondere wenigstens einer Stereokamera, wobei das Bildsensorsystem wenigstens zwei Bildsensoren umfasst, die im wesentlichen dieselbe Szene

25 aufnehmen.

14. Verarbeitungseinheit/Steuereinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung wenigstens eines

30 Rotationsvektors des Kraftfahrzeuges, insbesondere der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels, und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors des Kraftfahrzeuges, insbesondere die Querschleunigung, aus den erzeugten Bildinformationen aufweist.

15. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte von jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 7 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer

35 ausgeführt wird.

16. Sensoreinheit mit wenigstens einem Bildsensorysystem, insbesondere wenigstens einer Stereokamera, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7,

5 - wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen,

- wobei die Sensoreinheit Bildinformationen der Umgebung erzeugt, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors vorgesehen sind.

1/b

Fig. 1

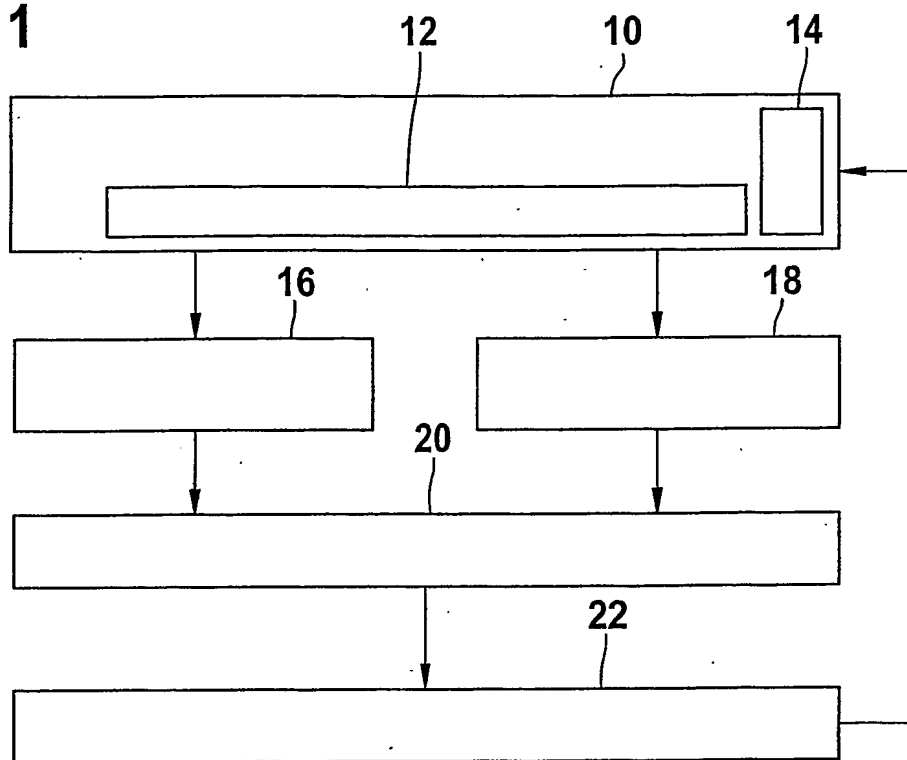
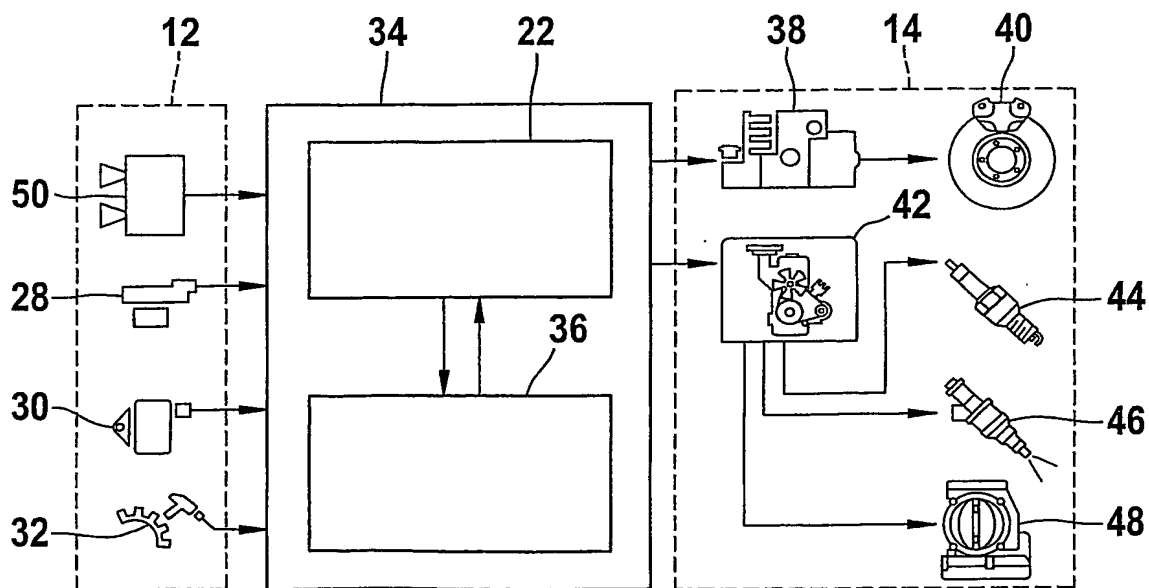


Fig. 2





2/b

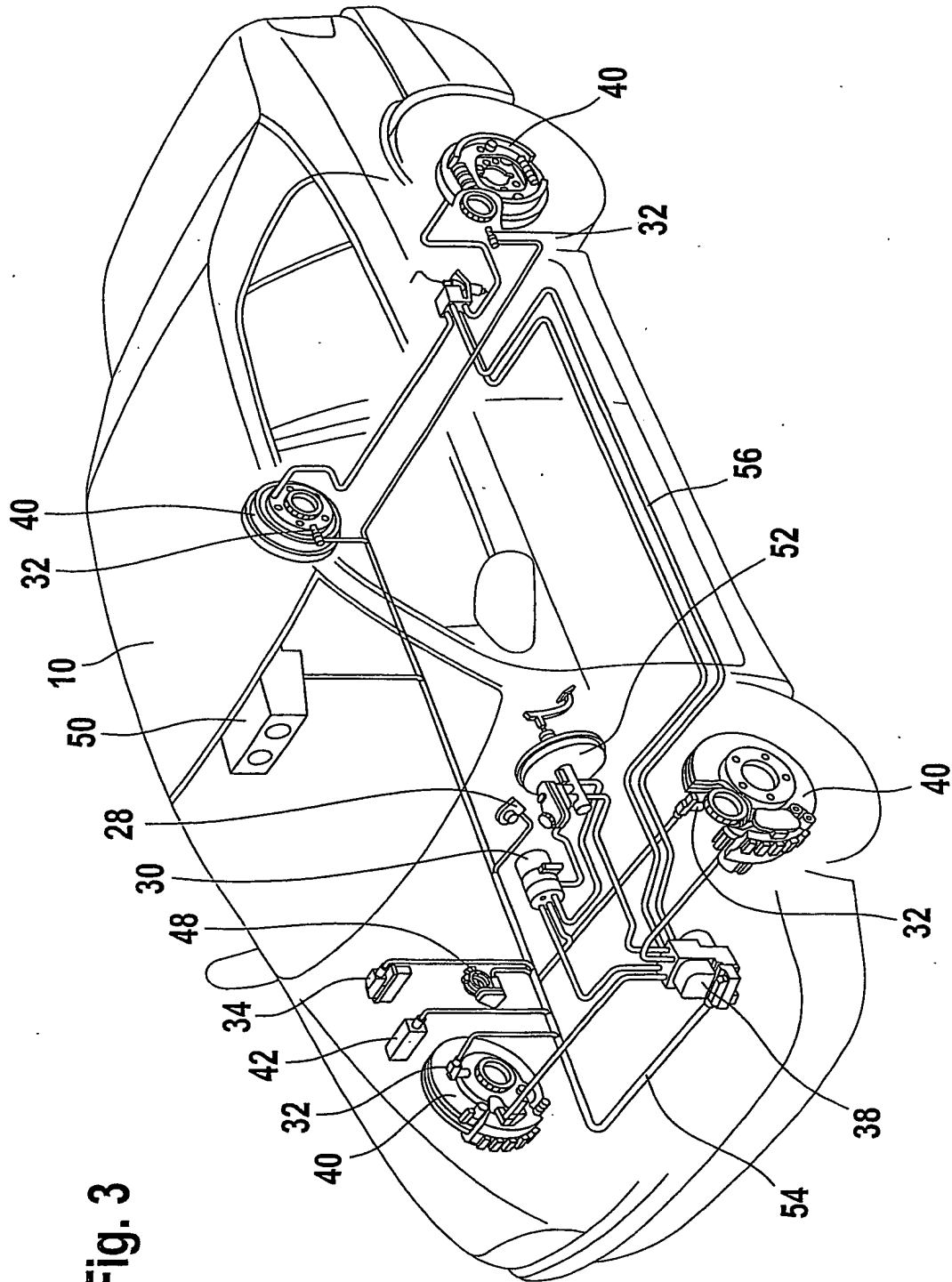
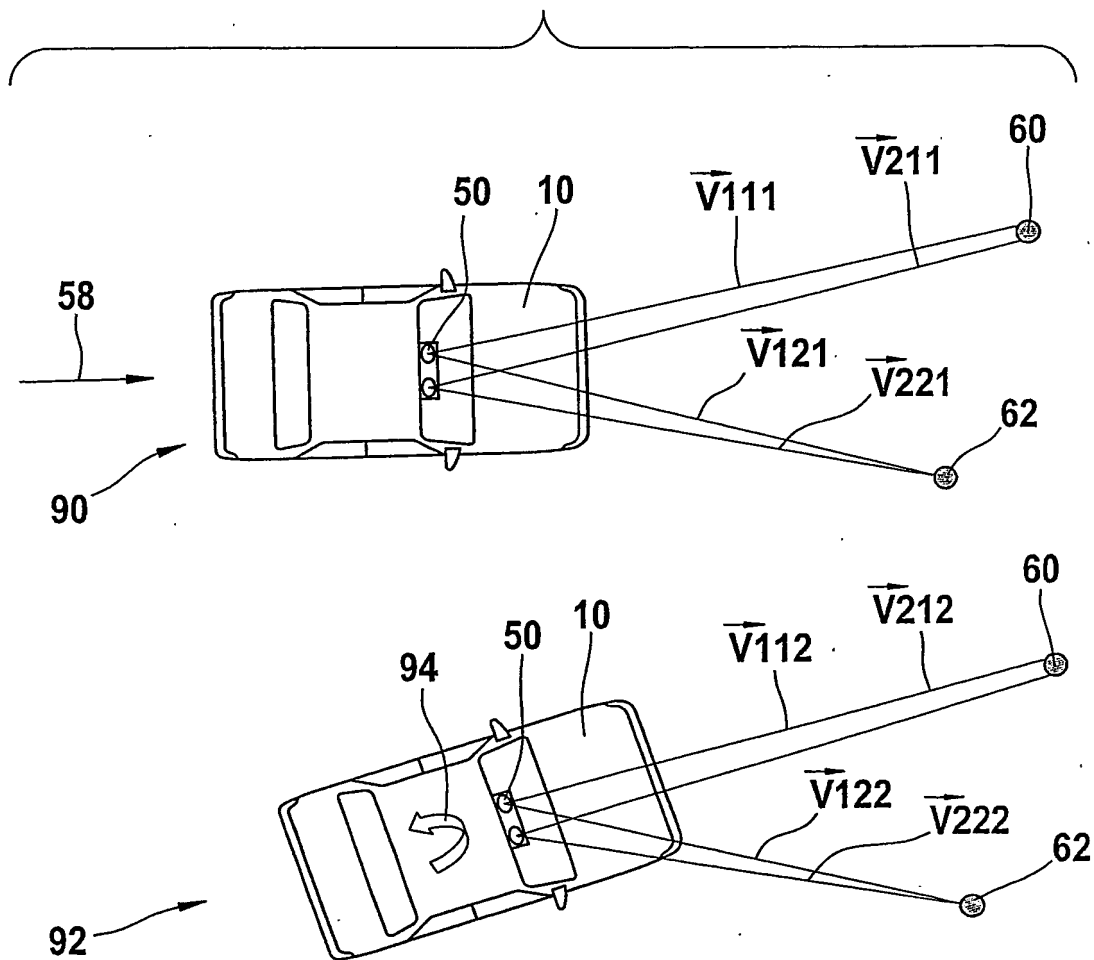


Fig. 3

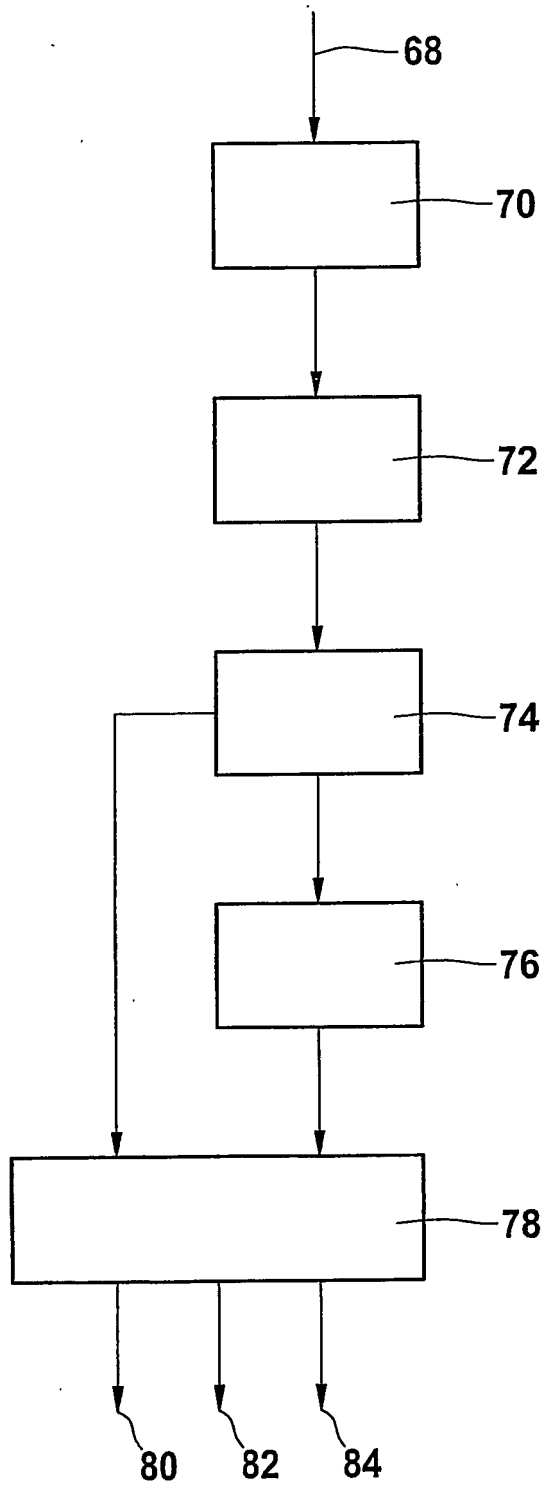
3 / 6

Fig. 4



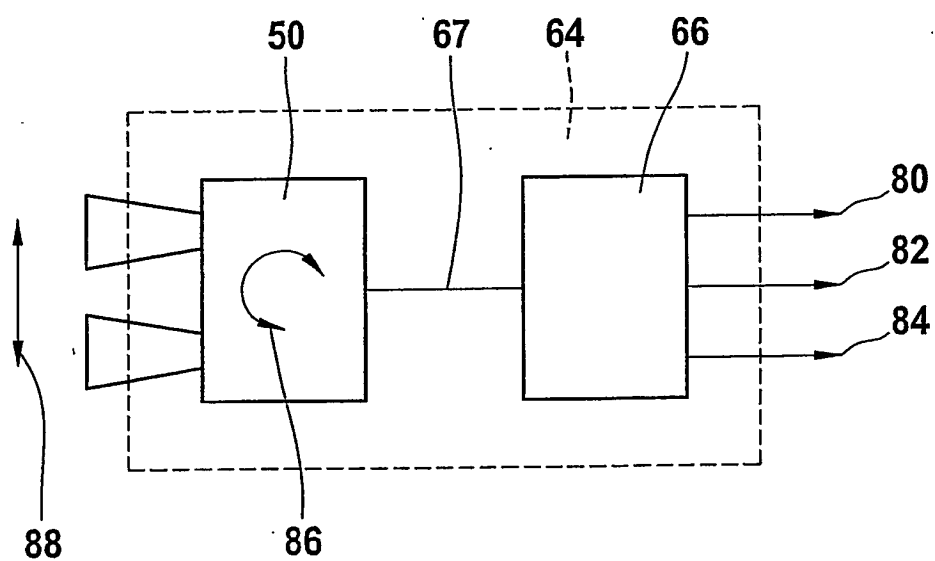
4 / 6

Fig. 5



5 / 6

Fig. 6



b/b

Fig. 7

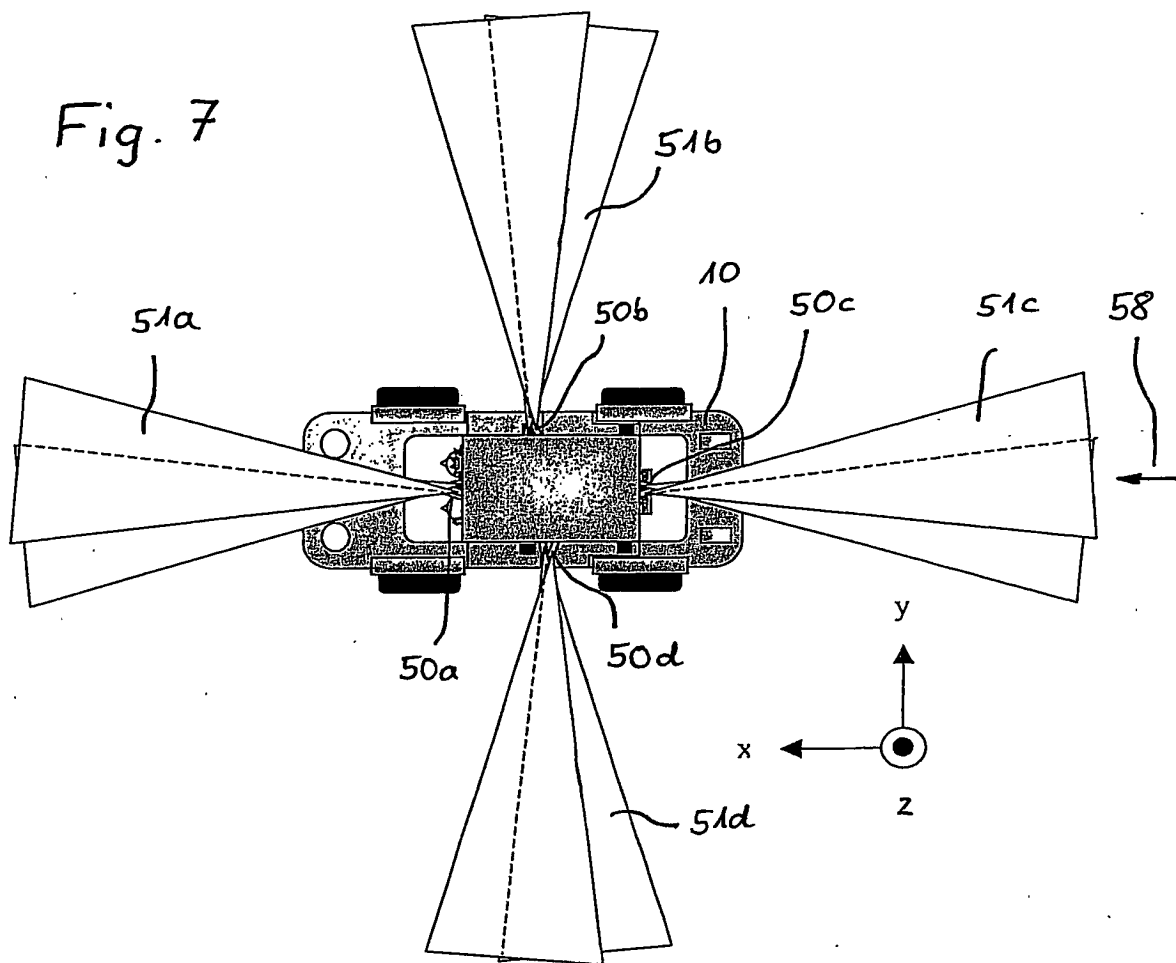
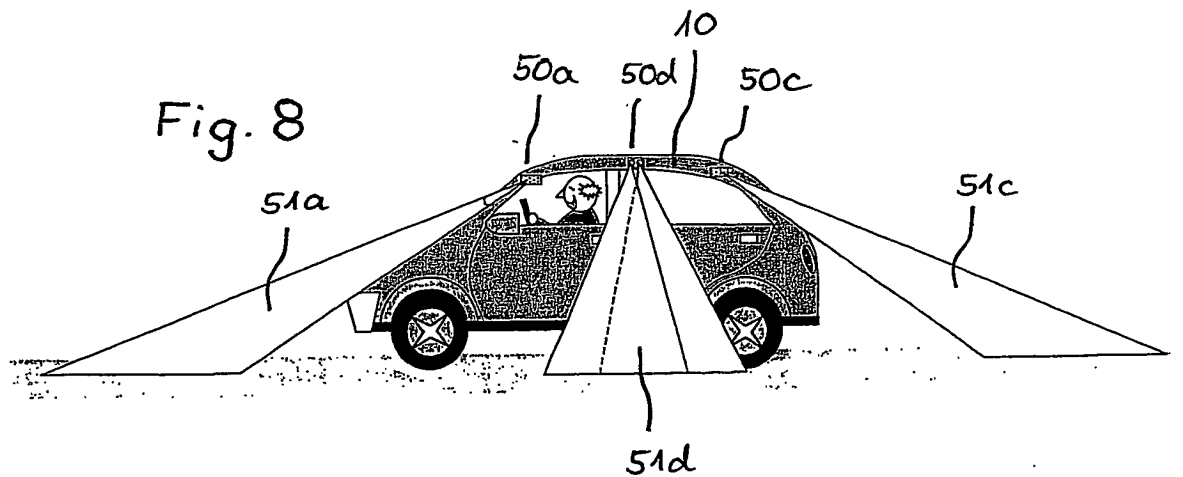


Fig. 8



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03690

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60T8/00 G06T7/20 G01C21/28 G01P3/68 H04N13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T G06T G01C G01P H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0174, no. 12 (P-1583), 30 July 1993 (1993-07-30) & JP 5 079850 A (HITACHI LTD; others: 01), 30 March 1993 (1993-03-30) abstract	1,2,4,5, 8,9, 11-16
Y	-----	3,6,7,10
X	EP 1 089 231 A (FUJI HEAVY IND LTD) 4 April 2001 (2001-04-04)  column 3, paragraph 8 - column 5, paragraph 16 column 13, paragraph 55 - column 14, paragraph 61; figure 1 ----- -/--	1-4, 8-11, 13-16



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 April 2004

Date of mailing of the international search report

22/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marx, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03690

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 896 267 A (FUJI HEAVY IND LTD) 10 February 1999 (1999-02-10) column 7, paragraph 23 - column 11, paragraph 44 -----	3,6,7,10
Y	EP 0 945 319 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 29 September 1999 (1999-09-29) column 3, paragraph 8 - column 4, paragraph 10 column 12, paragraph 39 -----	7
A	LEUNG M K ET AL: "ESTIMATING THREE-DIMENSIONAL VEHICLE MOTION IN AN OUTDOOR SCENE USING STEREO IMAGE SEQUENCES" INTERNATIONAL JOURNAL OF IMAGING SYSTEMS AND TECHNOLOGY, WILEY AND SONS, NEW YORK, US, vol. 4, no. 2, 1 July 1992 (1992-07-01), pages 80-97, XP000288827 ISSN: 0899-9457 page 80 - page 87 -----	1-16

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03690

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 5079850	A	30-03-1993	NONE	
EP 1089231	A	04-04-2001	JP 3352655 B2 JP 2001092970 A EP 1089231 A2	03-12-2002 06-04-2001 04-04-2001
EP 0896267	A	10-02-1999	JP 11051650 A EP 0896267 A2 US 6025790 A	26-02-1999 10-02-1999 15-02-2000
EP 0945319	A	29-09-1999	US 6130706 A AU 2133599 A CA 2261483 A1 DE 69900126 D1 DE 69900126 T2 EP 0945319 A1 JP 11344334 A	10-10-2000 07-10-1999 25-09-1999 05-07-2001 29-11-2001 29-09-1999 14-12-1999



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03690

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60T8/00 G06T7/20 G01C21/28 G01P3/68 H04N13/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T G06T G01C G01P H04N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0174, Nr. 12 (P-1583), 30. Juli 1993 (1993-07-30) & JP 5 079850 A (HITACHI LTD; others: 01), 30. März 1993 (1993-03-30) Zusammenfassung	1,2,4,5, 8,9, 11-16
Y		3,6,7,10
X	EP 1 089 231 A (FUJI HEAVY IND LTD) 4. April 2001 (2001-04-04)  Spalte 3, Absatz 8 - Spalte 5, Absatz 16 Spalte 13, Absatz 55 - Spalte 14, Absatz 61; Abbildung 1	1-4, 8-11, 13-16
Y	EP 0 896 267 A (FUJI HEAVY IND LTD) 10. Februar 1999 (1999-02-10) Spalte 7, Absatz 23 - Spalte 11, Absatz 44	3,6,7,10
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. April 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/04/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marx, W

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 945 319 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 29. September 1999 (1999-09-29) Spalte 3, Absatz 8 - Spalte 4, Absatz 10 Spalte 12, Absatz 39 -----	7
A	LEUNG M K ET AL: "ESTIMATING THREE-DIMENSIONAL VEHICLE MOTION IN AN OUTDOOR SCENE USING STEREO IMAGE SEQUENCES" INTERNATIONAL JOURNAL OF IMAGING SYSTEMS AND TECHNOLOGY, WILEY AND SONS, NEW YORK, US, Bd. 4, Nr. 2, 1. Juli 1992 (1992-07-01), Seiten 80-97, XP000288827 ISSN: 0899-9457 Seite 80 - Seite 87 -----	1-16

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03690

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 5079850	A	30-03-1993	KEINE
EP 1089231	A	04-04-2001	JP 3352655 B2 03-12-2002 JP 2001092970 A 06-04-2001 EP 1089231 A2 04-04-2001
EP 0896267	A	10-02-1999	JP 11051650 A 26-02-1999 EP 0896267 A2 10-02-1999 US 6025790 A 15-02-2000
EP 0945319	A	29-09-1999	US 6130706 A 10-10-2000 AU 2133599 A 07-10-1999 CA 2261483 A1 25-09-1999 DE 69900126 D1 05-07-2001 DE 69900126 T2 29-11-2001 EP 0945319 A1 29-09-1999 JP 11344334 A 14-12-1999